



Afet Zamanlarında İnşaat Yıkıntı Atıklarının Belirlenmesi ve Atıkların Değerlendirilmesi: Kahramanmaraş Depremi Örneği

Uğur Emre TEMELLİ^{1*} Naim SEZGİN² Bilge ÖZDOĞAN CUMALI²

^{1*}Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı, İstanbul, Türkiye

²Istanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 23.04.2023

Kabul Tarihi: 23.05.2023

Basım Tarihi: 30.06.2023

Atıf yapmak için: Temelli, U.E., Sezgin, N. & Özdoğan Cumali, B. (2023). Afet Zamanlarında İnşaat Yıkıntı Atıklarının Belirlenmesi ve Atıkların Değerlendirilmesi: Kahramanmaraş Depremi Örneği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(2), 225-232. <https://doi.org/10.35229/jaes.1286631>

How to cite: Temelli, U.E., Sezgin, N. & Ozdogan Cumali, B. (2023). Determination and Assessment of Construction and Demolition Wastes in Disaster Times: A Case Study of the Kahramanmaras Earthquake. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 8(2), 225-232. <https://doi.org/10.35229/jaes.1286631>

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6894-0723>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3614-5861>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7579-7120>

*Sorumlu yazarın:

Uğur Emre TEMELLİ
Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Teknik
Bilimler Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet
Koruma ve Güvenlik Bölümü, Sivil Savunma ve
İtfaiyecilik Programı, Alkent 2000 Mahallesi
Yiğittürk Caddesi No:5/9/1 Büyükkçekmece
Yerleşkesi Büyükkçekmece/İstanbul, Türkiye.
✉: etemelli@iuc.edu.tr

Öz: Yoğun kentleşmenin olduğu bölgelerde, katı atıklar içerisinde en yüksek paya inşaat ve yıkıntı atıkları sahiptir. Bu atıkların yönetiminde oluşturabilecekleri çevresel risklerle birlikte depolama alanı yetersizliği, arazi ve taşıma maliyetlerinin yüksek olması gibi çeşitli zorluklar bulunmaktadır. Özellikle deprem gibi afetler sonucunda yıkılan/yıkılacak yapılardan kaynaklanan inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetiminde, çeşitli senaryolara göre oluşturulmuş planların hazırlanması, bu atıkların neden olduğu çevresel risklerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Bu atıklar içerisinde tuğla, kum, ahşap, cam, plastik ve metal gibi geri kazanılabilir/yeniden kullanılabilir malzemelerin olması bu atıkların ekonomik değerinin olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bu atıkların yönetiminde farklı senaryolara göre oluşturulmuş bertaraf ve geri kazanım/kullanım gibi planların hazırlanması ve maliyet analizlerinin ortaya çıkarılması önemlidir. Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta meydana gelen deprem nedeniyle oluşan inşaat yıkıntı atıklarının yaklaşık kütleli ve hacimsel miktarları hesaplanmış, bu atıklar içerisinde oluşabilecek hurda demir atık (HDA) ve mineral fraksiyon atıklarının (MFA) miktarları belirlenmiştir. HDA ve MFA geri kazanım/çimento fabrikalarında hammadde kullanımı için oluşabilecek taşıma ve kazanım maliyetleri hesaplanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre inşaat ve yıkıntı atık miktarları kütleli ve hacimsel olarak sırasıyla yaklaşık 97 milyon ton ve 120 milyon m³ bulunmuştur. Bununla birlikte, HDA ve MFA miktarları sırasıyla 935 bin ton ve 57 milyon ton hesaplanmıştır. Bu atıkların geri kazanım ve hammadde olarak değerlendirilmesi için taşıma maliyetleri yaklaşık 5,6 milyon ve 142,6 milyon € olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmadan elde edilen sonuçlara göre bu atıkların hammadde olarak kullanılmasıyla mineral fraksiyonlarda yaklaşık %37,5; hurda demirde ise %13,1 veya %75,5 oranında ekonomik kazanç sağlayabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Afet yönetimi, çimento, deprem, inşaat ve yıkıntı atıkları, risk yönetimi.

Determination and Assessment of Construction and Demolition Wastes in Disaster Times: A Case Study of the Kahramanmaras Earthquake

Abstract: The management of construction and demolition wastes in intense urbanization regions presents various challenges, including insufficient landfill space, high land and transportation costs, and environmental risks. Having waste management plans that consider different scenarios is crucial when dealing with construction and demolition waste resulting from disasters like earthquakes. This approach can help minimize environmental risks associated with the waste. The fact that construction and demolition waste contain recyclable and reusable materials such as brick, sand, wood, glass, plastic, and metal indicate that these wastes hold economic value. Therefore, it is crucial to develop waste management plans for the proper disposal, recovery, and reuse of these materials. These plans should consider different scenarios and include cost analyses to maximize economic benefits. In this study, the approximate mass and volumetric amounts of construction debris wastes formed due to the earthquake that occurred in Kahramanmaras on February 6, 2023, were calculated, and the amounts of scrap iron waste (SIW) and mineral fraction wastes (MFW) that may occur in these wastes were determined. The transportation and recovery costs that may occur for the use of raw materials in the recycling/cement factories of SIW and MFW have been calculated. According to the results obtained in the study, the amounts of construction and demolition waste were found to be approximately 97 million tons and 120 million m³ by mass and volume, respectively. However, the amounts of SIW and MFW were calculated as 935 thousand tons and 57 million tons, respectively. The transportation costs for the recycling and utilization of these wastes as raw materials have been determined as approximately 5.6 million and 142.6 million €. In addition, according to the results obtained from the study, approximately 37.5% in mineral fractions by using these wastes as raw materials; In scrap iron, it has been determined that it can provide an economic gain of 13.1% or 75.5%.

Keywords: Disaster management, cement, earthquake, construction and demolition waste, risk management.

*Corresponding author:

Uğur Emre TEMELLİ
Istanbul University-Cerrahpaşa Vocational
School of Technical Sciences, Property
Protection and Security Department, Civil
Defense and Firefighting Program, Alkent 2000
Mahallesi Yiğittürk Caddesi No:5/9/1
Büyükkçekmece Campus
Büyükkçekmece/İstanbul, Türkiye.
✉: etemelli@iuc.edu.tr

GİRİŞ

Dünya genelinde hızlı endüstrileşme ve kentleşme nedeniyle, özellikle büyük kentlerde hem atık miktarlarında artış hem de oluşan atıkların içeriğinde çeşitlilikler meydana gelmiştir. Dolayısıyla, büyük miktarlarda oluşan atıkların depolanarak bertaraf edilmesi için kullanılan imkan ve alanlarda oluşan yetersizlikler, katı atıkların kontrolü ve yönetimini, modern toplumların en büyük sorunlarından biri haline getirmiştir (Haupt vd., 2016; Sáez vd., 2018, Yarımçam, 2017). Katı atıkların yönetiminde yaşanan zorluklar birçok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir. Günümüzde atıkların oluşum miktarları, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine, nüfus, inşaat aktiviteleri, inşaatlarda kullanılan materyallere ve gelenekler gibi faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte bu atıklar içerisinde inşaat ve yıkıntı atıkları (Construction and Demolition Waste-CDW) büyük bir paya sahip olan atıklardır (Kartam vd., 2004; Sáez vd., 2018). İnşaat ve yıkıntı atıkları içerisinde inert, tehlikesiz ve tehlikeli atıklar gibi farklı özellikler taşıyan atıklar içerebilmesi nedeniyle karışık atık olarak tanımlanmakta ve bu atıklar inşaat, restorasyon faaliyetleri ile binaların, yolların, köprülerin ve diğer yapıların yıkım faaliyetlerinden kaynaklanabilmektedirler (European Commission, 2008).

Doğal kaynakların kıtlığı, çevrenin korunmasına olan ilginin artması, depolama alanlarının yetersizliği vb. sebepler, yerel ve merkezi yönetimleri inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımı ve dönüşümleri ile ilgili tedbirler almaya zorlamaktadır. Bu atıkların verimli bir şekilde yönetilmesini sağlamak, yüksek iş hacmi ve kompozisyon karmaşıklığı nedeniyle zordur (Akanbi vd., 2018; Penteado & Rosado, 2016). Bunun için birçok ülke ve şehirde atıkların azaltılmasına yönelik planlar hazırlanmakta, atıkların depolama alanlarına kabul ücretleri ve vergileri arttırılmaktadır (EU Construction & Demolition Waste Management Protocol, 2016; Samton, 2003). Örneğin, Avrupa Birliği, inşaat ve yıkıntı atıklarının daha iyi yönetilmesine yönlendirmek ve teşvik etmek için bir inşaat ve yıkım atıkları protokolü başlatmıştır. Ayrıca, ABD, İngiltere, Danimarka, Almanya ve Hollanda da karışık haldeki inşaat ve yıkıntı atıklarının yeraltı suyunun kirlenmesine neden olabileceğine dikkat çekilerek depolanmasında daha itinalı olunması ve içme suyu kaynaklarının bulunduğu bölgelerde depolama yapılmamasını istemektedir. Çin Ulusal Kalkınma ve Reformlar Komisyonu, inşaat ve yıkım atıkları yönetimini iyileştirmek ve geri dönüştürülmüş inşaat malzemelerinin kullanımını teşvik etmek için düzenlemeler ve politika araçları oluşturmuştur (Aslam vd., 2020).

İnşaat yıkıntı atıkları başta beton olmak üzere, kum, çakıl, tuğlalar, seramik, doğal kayalar, moloz, asfalt, tahta,

çeşitli metaller, cam, floresan lamba, plastik, halı parçaları, yalıtım malzemeleri vb. ile insan sağlığına zararlı bazı maddeleri (asbest, kurşun vb.) içerebilmektedir. Dolayısıyla, inşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımının kolaylaştırılması, asbest ve polivinil klorür (PVC) gibi bazı zararlı malzemeler içerebilen kısımlarının çevreye zarar vermesinin önlenmesi için atıkların ayrıştırılması çok önemlidir. İnşaat ve yıkıntı atıklarından elde edilen beton atıkları, kırılıp parçalandıktan sonra en çok, iri ve ince agrega olarak kullanılabilir (Rakshvir & Barai, 2006). Geri kazanılmış agregalar doğal agregalara göre çok daha ucuzdur (Lennon, 2005; Rao, 2005). İnşaat ve yıkıntı atıkları çoğunlukla inert malzemeler olduğundan, yol kaplama malzemeleri olarak, inşaat temel dolgularında, kaldırım ve parke taşı üretiminde, toprak stabilizasyonu olarak, zemin iyileştirmede ve hazır beton üretimi, vb. üretimlerde taş ocağından çıkarılan (birincil) agregaların yerine (Cuperus & Boone, 2003; Oikonomou, 2005) alternatif hammadde olarak kullanılabilirler (Bhatty vd., 2004). Bununla birlikte, Galbenis ve Tsimas (2006) yaptıkları çalışmada, inşaat yıkıntı atıklarından geri dönüştürülmüş beton agregalarının ve geri dönüştürülmüş duvar agregalarının, Portland çimento üretiminde klinker hammaddesi olarak ürünün özelliklerinin etkilemeden kullanılacaklarını belirtmişlerdir. Yine, Marroccoli vd., (2016) yapmış oldukları çalışmada inşaat yıkıntı atıklarının kalker ve kil yerine kullanılması durumunda çimento üretiminde hammadde tasarrufunun %50 ile %70 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. İnşaat ve yıkıntı atıkları, planlı yıkım faaliyetlerinin yanı sıra deprem, heyelan gibi doğal afetlerin yıkıcı etkisinden dolayı, afet zamanlarında oluşabilecek atıklar içerisinde en büyük hacmi oluşturmaktadırlar. Dolayısıyla, afet zamanlarında oluşan bu atıkların çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerini en aza indirecek uygulamaların atık hacimleri ve çeşitlilikleri de dikkate alınarak hazırlanması ve uygun protokollere göre afet zamanında yapılacakların belirlenmesi çok önemlidir. Meydana gelen afet türüne (deprem, heyelan taşkın vb.) ve afet bölgesinin özelliklerine göre atık yönetim planı, oluşturulan çeşitli senaryolara göre ortaya çıkabilecek atık miktarlarının hesaplanması ve bu atıklar için geçici ve nihai depolama rezerv alanlarının belirlenmesi, tüm atık akışlarının nasıl sağlanacağını, bertaraf yöntemlerini, hangi tür geri kazanılabilir malzemelerin atık alanında veya geçici depolama alanlarında ayrılması gerektiğine ilişkin ayrıntılı talimatlarını, nakliye ve geçici depolamaya yönelik lojistik planlarını ve tehlikeli maddeler olmak üzere oluşabilecek tüm atıkların taşınmasına ilişkin prosedürleri içermelidir (Altındağ, 2011; Armağan vd., 2006; Yarımçam, 2017). Özellikle deprem gibi yıkıcı etkileri dramatik bir şekilde yüksek olan afet zamanlarında oluşan bu atıkların çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerini minimize edecek

uygulamaların atık hacimleri ve çeşitlilikleri de dikkate alınarak hazırlanması çok önemlidir.

Türkiye’de “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” (2004), afet zamanında oluşacak atık yönetiminden mülki amirlerin sorumlu olduğunu ve olası doğal afetlere karşı önceden atık yönetim planlarını yapmakla yükümlü olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca, bu yönetmelikte mülki amirlerin kriz merkezi oluşturmalarını ve bu merkez aracılığıyla, oluşabilecek atık miktarlarını, atıkların kaldırılması- taşınması için ekipmanların temin edilmesi ve geri kazanım tesisleri ile gerekli koordinasyonunun sağlanmasını, atıkların depolanacağı mevcut veya ilave uygun alanların önceden tespit edilmesini ve tüm bu çalışmalar hakkında Bakanlığa bilgi verilmesini ifade etmektedir. Bu çalışmada, 06 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremi sonrasında oluşabilecek inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimi konusunda literatürde yer alan sayısal verilerden faydalanılarak belirlenen çeşitli senaryolar altında oluşabilecek atık miktarları hesaplanmış ve bu atıklar içerisinde bulunabilecek hurda demir atık (HDA) miktarları ve beton- tuğla atıklarının/mineral fraksiyon atık (MFA) miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca, hesaplanan hurda demir ve beton-tuğla atıklarının alternatif hammadde olarak kullanılması durumunda oluşabilecek maliyetler ve kazanımlar ortaya çıkarılmıştır. Bu kapsamda hesaplamalar beton-tuğla atıklarının entegre çimento tesislerinde ve hurda atıkların demir çelik sanayinde hammadde olarak yeniden değerlendirilerek suretiyle elde edilebilecek kazanımlar için, sadece konut sayıları dikkate alınmıştır. Bu atıkların asbest içermediği varsayımına göre hareket edilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, 06 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş’ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde sırasıyla 7,7 ve 7,6 büyüklüklerinde meydana gelen depremlerde oluşan inşaat yıkıntı atıklarının alternatif hammadde olarak kullanılmasına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Bu amaçla, depremde hasar görmüş konutlar ile ilgili 11 il için 06 Mart 2023 tarihli Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu’nda (2023) yer alan sayısal bilgilerden (Tablo 1) faydalanılarak bağımsız birim başına (konut) oluşabilecek yaklaşık inşaat yıkıntı atık miktarları literatürde yer alan sayısal verilerden hareketle çeşitli senaryolara göre hesaplanmıştır. Bu çalışmada, bağımsız birim konut alanını belirlemek için Selçuk ve Pasinlioğlu (2020) tarafından yapılan çalışmada verilen ortalama konut büyüklüğünün net 114m² olduğu ve bu alana ortak kullanım alanları için yaklaşık %25-30 oranında ilave edildiğinde brüt konut alanının (114 m² x1,30=148,2 m² \cong 150 m²) yaklaşık 150 m² olduğu

yaklaşımı ile hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmada kütleli atık miktarları, Gao vd. (2020), Mah vd., (2016) ve Malia vd., (2013) çalışmalarında verilen sırasıyla 1,6137, 1,0880 (ortalama) ve 1,0428 ton/m² değerleri kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, hacimsel atık miktarları Maçin & Demir (2018) ve Malia vd., (2013) tarafından yapılan çalışmalarda belirtilen sırasıyla 1,655 (1,61-1,70 değerlerinin ortalaması) ve 0,8306 ton/m³ sayısal bilgileri kullanılarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre oluşturulan kütleli esaslı 3 farklı ve hacimsel esaslı 6 farklı senaryo (150 m² için) Tablo 2’de verilmiştir. Farklı senaryolara göre konutlar (Acil+Ağır+Yıkık) için hesaplanan yıkıntı atıklarının aritmetik ortalaması alınarak yaklaşık atık miktarı (kütleli ve hacimsel olarak) her il için ayrı ayrı belirlenmiştir. Hesaplanan atık miktarlarından geri dönüştürülebilir hurda demir (HDA) ve çimento sektöründe hammadde olarak kullanılabilir mineral fraksiyon atık (MFA) miktarları sırasıyla, 30 kg/m³ (betonarme hacmi içinde) ve %59 oranı (Ramos & Marthino (2023) çalışmasında verilen) kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında taşıma ve geri kazanım ekonomik analizleri için illerin deprem bölgesinde bulunan İskenderun Demir Çelik (ISDEMİR) fabrikasına (hurda demir atıklar için) ve entegre çimento fabrikalarına ortalama uzaklıkları kullanılmıştır.

Tablo 1. Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporunda Belirtilen (2023) Acil+Ağır+Yıkık; orta hasarlı; az hasarlı konut sayıları.

Table 1. Numbers of Emergency+Heavy+Ruined houses, moderately damaged houses and less damage houses in the report of Kahramanmaraş and Hatay Earthquakes Report (2023).

İl	Toplam Acil+Ağır+Yıkık Konut Sayısı	Orta Hasarlı Konut Sayısı	Az Hasarlı Konut Sayısı
Adana	2.952	11.768	71.072
Adıyaman	56.256	18.715	72.729
Diyarbakır	8.602	11.209	113.223
Elazığ	10.156	1.522	31.151
Gaziantep	29.155	20.251	236.497
Hatay	215.255	25.957	189.317
Kahramanmaraş	99.326	17.887	161.137
Kilis	2.514	1.303	27.969
Malatya	71.519	12.801	107.765
Osmaniye	16.111	4.122	69.466
Şanlıurfa	6.163	6.041	199.401
Toplam	518.009	131.576	1.279.727

Hurda demir ve mineral fraksiyon atıkların nakliye-taşıma maliyetlerinin belirlenmesinde ülkemizde en çok tercih edilen ve Kırkayak olarak adlandırılan üç dingilli motorlu araçlar esas alınmış (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından hazırlanan “Araçların ağırlıkları, boyutları ve yüklenmelerine ilişkin usul ve esaslar hakkında yönetmelik” (2022) içeriğinde araçların taşıma kapasitesi dingil tipi ve sayısına göre değişmektedir) ve bu araçların 26 ton taşıma kapasitesine ve 15 m³ taşıma hacmine sahip oldukları göz önünde bulundurulmuştur (Maçin & Demir, 2018). Taşıma maliyeti için ise nakliye firmaları ile görüşmeler yapılarak (lokasyona bağlı koşullara göre değişmekle birlikte) 15 m³/26 ton kapasiteye sahip bir kırkayak kamyonun km başına ortalama nakliye bedelinin 0,80-€ olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, hurda demir ve mineral fraksiyon atıkların hammadde olarak geri kazanım (ekonomik kazanç) bedelinin hesaplanmasında sırasıyla,

360-€/ton (ISDEMİR hurda demir alım fiyatı) ve 4-€/ton (çimento fabrikaları ile yapılan görüşmelerde edinilen

hammadde fiyatı) birim fiyatları kullanılarak ekonomik değerlendirmeler yapılmıştır.

Tablo 2. Farklı senaryolar için hazırlanmış olan birim konut (bağımsız birim) için yaklaşık kütle ve hacimsel atık miktarları
Table 2. Approximate mass and volumetric waste amounts for a unit residence (independent unit) prepared for different scenarios

Senaryolar (S)	Konut alanı (m ²)	Birim kütle (ton/m ²)	Konut atık kütle (ton)	Referans (Kütle)	Birim hacim (ton/m ³)	Konut atık hacmi (m ³)	Referans (Hacimsel)
S1A	150	1,6137	242	Gao vd. (2020)	1,6550	146	Maçin ve Demir (2018)
S1B	150	1,6137	242		0,8306	291	Malia vd. (2013)
S2A	150	1,0880	163	Malia vd. (2013)	1,6550	99	Maçin ve Demir (2018)
S2B	150	1,0880	163		0,8306	196	Malia vd. (2013)
S3A	150	1,0428	156	Mah vd. (2016)	1,6550	95	Maçin ve Demir (2018)
S3B	150	1,0428	156		0,8306	188	Malia vd. (2013)

BULGULAR

Bu çalışmada yapılan hesaplamalarda kullanılacak olan konut sayıları 11 il Tablo 1’de verilen sayısal bilgiler kullanılmıştır. Tablo 1’de verilen bilgilerden Acil+Ağır+Yıkık konutlar sayıları dikkate alınarak oluşabilecek atık miktarları, literatürde yer alan ve detayları Materyal Metot bölümünde verilen bilgilere göre her bir konut için kütle ve hacimsel olarak 3 farklı ve hacimsel olarak

6 farklı senaryo ile hesaplanmıştır. Elde edilen kütle ve hacim esaslı atık miktarlarının illere göre dağılımları ve aritmetik ortalamaları Tablo 3’te gösterilmiştir. Tablo 3’te verilen bilgilere göre en fazla inşaat ve yıkıntı atığının depremden en çok etkilenen Hatay ilinde olduğu ve Hatay için tahmini kütle ve hacimsel atık miktarlarının sırasıyla 40.252.685 ton ve 50.026.037 m³ olabileceği belirlenmiştir.

Tablo 3. İl bazında oluşabilecek inşaat ve yıkıntı atıklarının kütle ve hacimsel miktarları

Table 3. Mass and volumetric quantities of construction and demolition wastes that may occur on a provincial basis

İl	Kütleli Atık Senaryoları				Hacimsel Atık Senaryoları						
	S1A-1B	S2A-2B	S3A-3B	Ort. (Ton)	S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	Ort. (m ³)
Adana	714.384	481.176	460.512	552.024	1.182.306	593.367	796.346	399.665	762.147	382.501	686.055
Adıyaman	13.613.952	9.169.728	8.775.936	10.519.872	22.531.091	11.307.749	15.175.900	7.616.376	14.524.174	7.289.292	13.074.097
Diyarbakır	2.081.684	1.402.126	1.341.912	1.608.574	3.445.187	1.729.047	2.320.519	1.164.606	2.220.864	1.114.592	1.999.136
Elazığ	2.457.752	1.655.428	1.584.336	1.899.172	4.067.580	2.041.409	2.739.733	1.374.998	2.622.076	1.315.949	2.360.291
Gaziantep	7.055.510	4.752.265	4.548.180	5.451.985	11.676.869	5.860.307	7.864.999	3.947.231	7.527.238	3.777.718	6.775.727
Hatay	52.091.710	35.086.565	33.579.780	40.252.685	86.211.780	43.267.374	58.068.265	29.142.901	55.574.536	27.891.365	50.026.037
Kahramanmaraş	24.036.892	16.190.138	15.494.856	18.573.962	39.781.056	19.965.042	26.794.678	13.447.529	25.643.987	12.870.027	23.083.720
Kilis	608.388	409.782	392.184	470.118	1.006.882	505.327	678.189	340.365	649.065	325.748	584.263
Malatya	17.307.598	11.657.597	11.156.964	13.374.053	28.644.075	14.375.691	19.293.323	9.682.800	18.464.775	9.266.974	16.621.273
Osmaniye	3.898.862	2.626.093	2.513.316	3.012.757	6.452.617	3.238.395	4.346.184	2.181.233	4.159.538	2.087.560	3.744.254
Şanlıurfa	1.491.446	1.004.569	961.428	1.152.481	2.468.343	1.238.795	1.662.562	834.395	1.591.163	798.562	1.432.303
Toplam	125.358.178	84.435.467	80.809.404	96.867.683	207.467.785	104.122.503	139.740.698	70.132.099	133.739.564	67.120.291	120.387.156

İnşaat ve yıkıntı atıklarının sınıflandırılması için Ramos & Marthino (2023) tarafından yapılan çalışmada, bu atıkların yaklaşık kütle olarak %1,5’lik bir kısmının tehlikeli maddelerden (kontamine olmuş toprak ve taşlar veya asbestli inşaat malzemelerinin bir karışımı), %16,8’i toprak ve taşlardan, %22,4’ünün bitümlü karışımlar ve ahşap atıklardan ve geriye kalan yaklaşık %59’luk kısmının geri dönüşüm için yüksek bir potansiyele sahip beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımlarını içeren mineral fraksiyondan oluştuğu ifade edilmiştir. Bu çalışma kapsamında, hesaplanan ve Tablo 3’te verilen atıkların %59 oranında geri dönüştürülebilir özellikle beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımlarını içeren MFA (çimento üretiminde alternatif hammadde olabilecek atıklar) olduğu varsayımına göre yapılan hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar Tablo 4’te sunulmuştur. Ayrıca, Lauritzen & Jannerup (1994) ve Oikonomou (2005) tarafından yapılan çalışmalarda inşaat yıkıntı atıklarından elde edilebilecek maksimum beton miktarının kütle olarak yaklaşık %40 olduğunu ifade etmişlerdir. Bu orana bağlı olarak illere göre hesaplanan kütle atık miktarlarının (Tablo 3) içerebilecekleri yaklaşık beton atık miktarları hacimsel olarak hesaplanmış (1,6555 ve 0,8306 değerlerinin ortalaması olan 1,2428 ton/m³ kullanılarak) ve hacimsel

atık miktarlarına göre atıkların içerebileceği hurda demir miktarları (30 kg/m³ kabulü ile) da Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. İllere göre hurda demir ve beton atığı miktarı tablosu.

Table 4. Table of scrap iron and concrete waste by provinces.

İl	Yaklaşık kütleli atık miktarı (ton)	Yaklaşık MFA miktarı (ton)	Yaklaşık betonarme atık miktarı (m ³)	Yaklaşık HDA miktarı (ton)
Adana	552.024	325.694	177.671	5.330
Adıyaman	10.519.872	6.206.724	3.385.862	101.576
Diyarbakır	1.608.574	949.059	517.726	15.532
Elazığ	1.899.172	1.120.511	611.256	18.338
Gaziantep	5.451.985	3.216.671	1.754.743	52.642
Hatay	40.252.685	23.749.084	12.955.483	388.664
Kahramanmaraş	18.573.962	10.958.638	5.978.102	179.343
Kilis	470.118	277.370	151.309	4.539
Malatya	13.374.053	7.890.691	4.304.491	129.135
Osmaniye	3.012.757	1.777.527	969.668	29.090
Şanlıurfa	1.152.481	679.964	370.930	11.128
Toplam	96.867.683	57.151.933	31.177.239	935.317

Tablo 4’te verilen bilgilere göre depremden etkilenen 11 ilin toplam Acil+Ağır+Yıkık konut sayılarından hesaplanan HDA miktarının yaklaşık 935 bin ton olduğu görülmektedir. Bu atık geri kazanılabilir ve döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir atık yaklaşımı kapsamında değerlendirilmesi gereken bir atık olduğundan deprem bölgesinde bulunan ISDEMİR fabrikasına taşınması planlanmıştır. Depremde etkilenen 11 ilin yaklaşık olarak hesaplanan hurda demir atıkların ISDEMİR fabrikasına taşıma maliyetinin hesaplanabilmesi için bu illerin tüm ilçe merkezlerinden ISDEMİR fabrikasına olan uzaklıkları bulunmuş ve il bazında

aritmetik ortalama alınarak; yaklaşık taşıma (nakliye) maliyeti ortaya çıkarılmıştır. Çimento fabrikalarının lokasyonlarına göre yaklaşık atık taşıma uzaklıkları belirlenmiş ve yaklaşık taşıma maliyetleri kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Hurda demir taşıma maliyeti hesaplamasında 26 ton/sefer (1 kamyonun 1 seferde taşıyacağı miktar) taşıma

kapasitesine göre yaklaşık sefer sayısı bulunmuş ve 0,80-€/km taşıma maliyeti alınarak yaklaşık tutar bulunmuştur. Ayrıca, mineral fraksiyon atıklarının (MFA) bölgede bulunan çimento fabrikalarında kullanılması için en yakın entegre çimento fabrikaları Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği (TÜRKÇİMENTO) web sayfasından belirlenmiş ve fabrikaların yerleri Şekil 1 de verilmiştir.

Tablo 5. İllere göre oluşan HDA için ISDEMİR Fabrikasına ve MFA için en yakın entegre çimento fabrikasına yaklaşık taşıma maliyetleri

Table 5. Approximate transportation costs to the ISDEMİR Factory for SIW and to the nearest integrated cement factory for MFW, which is based on provinces

il	Yaklaşık HDA Miktarı (ton)	ISDEMİR Fab. Ortalama Mesafe (km)	Yaklaşık HDA Nakliye Maliyeti (€)	Yaklaşık MFA Miktarı (ton)	Entegre Çimento Fabrikasına Ortalama Mesafe (km)	Yaklaşık MFA Nakliye Maliyeti (€)
Adana	5.330	144	23.617	325.694	77	771.645
Adıyaman	101.576	313	978.254	6.206.724	60	11.458.568
Diyarbakır	15.532	528	252.332	949.059	77	2.248.539
Elazığ	18.338	495	279.297	1.120.511	64	2.206.546
Gaziantep	52.642	200	323.952	3.216.671	87	8.610.781
Hatay	388.664	68	813.206	23.749.084	68	49.690.391
Kahramanmaraş	179.343	215	1.186.423	10.958.638	104	35.067.640
Kilis	4.539	194	27.096	277.370	24	204.827
Malatya	129.135	388	1.541.670	7.890.691	113	27.435.327
Osmaniye	29.090	78	69.816	1.777.527	64	3.500.360
Şanlıurfa	11.128	353	120.866	679.964	67	1.401.772
Toplam	935.317		5.616.528	57.151.933		142.596.396



- 1 Oyak Adana
- 2 Sönmez Çimento
- 3 Çimko Adıyaman
- 4 Limak Ergani
- 5 Çimentaş Elazığ
- 6 Seza Çimento
- 7 Limak Kilis
- 8 Oyak Adana – İskenderun
- 9 KCS Kahramanmaraş
- 10 Çimko Narlı
- 11 Limak Şanlıurfa
- 12 ISDEMİR

Şekil 1. Deprem bölgesindeki Çimento ve Demir Çelik fabrikaları
Figure 1. Cement and Iron-Steel Factories in the earthquake zone

Tablo 5'te verilen hurda demir taşıma maliyetlerinin toplam 5.616.528-€ ve mineral fraksiyon atıklar için 142.596.396-€ (bu değerlerin TL karşılığı 118.183.543,83 ve 3.000.527.624- TL ve (1€= 21,0421-₺ (12.04.2023 TCMB Kuru)) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5'te verilen mineral fraksiyon atıklarının çimento fabrikalarında hammadde olarak değerlendirilmesi durumunda, çimento fabrikalarında hammadde maliyetinin yaklaşık 4 €/ton olduğu düşünülürse bu atıkların 228.000.000-€ (4€/ton x57 milyon ton) değerinde bir hammaddeye karşılık geldiği ve Tablo 5'te verilen taşıma maliyeti çıkarıldığında yaklaşık %37,5 oranında ekonomik kazanç sağladığı belirlenmiştir. Hurda demirin hammadde olarak demir çelik endüstrisinde kullanımı ile ilgili OECD (2012) verilerine göre genel maliyet oranları içerisinde demir cevheri entegre tesislerinde (BF/BOF) %13,1, hurda elektrikli ark ocaklarında (EAF) ise %75,5 oranında paya sahip olduğu

belirtilmiştir. Dolayısıyla, inşaat yıkıntı atıklarından elde edilen hurda demirin hammadde olarak kullanılmasının ciddi oranda ekonomik kazanç sağlayacağı görülmüştür. ISDEMİR fabrikasının web sayfasındaki (URL-1) hurda demir alım bedeli 12.04.2023 tarihli 7.650,00-TL/ton (360 €/ton (1€= 21,0421-₺ 12.04.2023 TCMB Kuru)) olarak belirtilmiştir. Buna göre geri kazanımın ekonomik değeri yaklaşık 336.600.000-€ (935.000ton x 360 €/ton) olarak hammaddeye tekabül ettiği hesaplanmıştır. Tablo 5'te verilen hurda demir taşıma bedeli çıkartıldığında yaklaşık %98,33'luk ekonomik kazanç sağlayacağı görülmüştür.

Dolayısıyla, 2015 yılı Resmi Gazetede yayınlanan Atık Yönetim Yönetmeliği'nde (2015) belirtilen "atık oluşumunun azaltılması, atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollar ile doğal kaynak kullanımının azaltılması ve atık yönetiminin sağlanması" amacına uygun olarak inşaat yıkıntı atıkları içerisinde mineral fraksiyon atıklarının (MFA) çimento

fabrikalarında ve hurda demir atıklarında (HDA) demir çelik endüstrisinde hammadde olarak değerlendirilmesi yönteminin, depolanabilir inşaat yıkıntı atıklarının kentsel düzenli depolama sahalarında depolama maliyetleri, hacimleri nedeni ile arazi kullanımında oluşabilecek kısıtlar ile çimento ve demir çelik fabrikaları için hammadde elde etmek için yapılan işlemler sırasında oluşabilecek çevresel risklerin minimize edilmesi ve hammadde maliyetlerinin azaltılması gibi koşullar düşünüldüğünde çok daha avantajlı olduğu söylenebilir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Şehirlerin yeniden yapılanmasında veya yapılaşmasında ya da deprem gibi doğal afetler sonucunda çok yüksek miktarlarda inşaat ve yıkıntı atıkları ortaya çıkmaktadır. Bu atıklar, kentsel depolama sahalarının yetersizliği, büyük hacimleri ve içerdikleri geri kazanılabilir materyaller nedeniyle sürdürülebilir çevre ve kaynak yönetimi açısından değerlendirilmesi gereken atıklardır. Bu çalışmada, 06 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen ve üzücü etkileri olan deprem sonrasında oluşan inşaat yıkıntı atıklarının literatürde yer alan bilgiler doğrultusunda çeşitli senaryolar oluşturularak depremden etkilenen 11 il için yaklaşık miktar ve hacimleri, 06 Mart 2023 tarihli T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji Başkanlığı tarafından hazırlanan raporda yer alan yıkılmış ve ağır hasarlı olan bağımsız birim sayıları (konut) kullanılarak belirlenmiştir. Deprem sonrası oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının içerisinde yer alan ve ekonomik değeri olan atıklardan hurda demir atıkları (HDA) ile mineral fraksiyonu olan atıkların (MFA) büyüklükleri (miktar ve hacimleri) ve bu atıkların geri kazanım ve hammadde olarak kullanım olarak üzere bölgede en yakın tesislere olan taşıma (nakliye) maliyetleri bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Hurda demir atıkların ISDEMİR Fabrikasında, mineral fraksiyon atıkların (tamamı tehlikesiz atık olarak düşünülmüştür) ise bölgede faaliyet gösteren 11 entegre çimento fabrikalarında hammadde olarak kullanılması planlanmıştır. Farklı senaryolara göre deprem sonrası oluşabilecek atıkların kütleli ve hacimsel miktarları yaklaşık ortalama olarak hesaplanmış ve illere göre oluşabilecek hurda demir (HDA) ve mineral fraksiyon atıklar (MFA) tespit edilmiştir. Ayrıca, bu atıkların taşıma maliyetlerini belirleyebilmek için şehirlerin belirlenen tesislere olan ortalama uzaklıkları bulunmuş ve 0.80-€/km maliyet piyasa koşullarına göre belirlenerek yaklaşık taşıma bedelleri ortaya çıkarılmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre 11 il için toplam inşaat ve yıkıntı atık miktarları kütleli ve hacimsel olarak sırasıyla yaklaşık 97 milyon ton ve 120 milyon m³ olarak hesaplanmıştır. Hurda demir atık miktarı ve çimento hammaddesi olarak tasarlanan mineral

fraksiyon atıkların miktarları sırasıyla 935 bin ton ve 57 milyon ton bulunmuştur. Bu atıkların ISDEMİR ve entegre çimento fabrikalarına taşıma maliyetleri ise 5.600.000-€ ve 142.600.000-€ olarak belirlenmiştir. Çimento fabrikalarında hammadde maliyetleri ve taşıma maliyetleri beraber düşünüldüğünde yaklaşık %37,5 oranında (yaklaşık 85.400.000-€) ekonomik kazanç sağladığı tespit edilmiştir. Hurda demirin hammadde olarak demir çelik endüstrisinde üretim aşamasında kullanım oranlarının %13,1 ile %75,5 oranında paya sahip olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla, inşaat yıkıntı atıklarından elde edilen hurda demirin hammadde olarak kullanılmasının bu endüstride taşıma maliyeti çıkarıldığında yaklaşık %98,33 oranında (yaklaşık 331.000.000-€) bir ekonomik kazanç sağlayacağı görülmüştür. İnşaat ve yıkıntı atıklarının içerdiği değerlendirilebilir unsurların demir çelik ve çimento sektörlerinde hammadde olarak kullanılması, normal koşullarda bu endüstriler için hammadde eldesinde karşılaşılan hem çevresel tahribatların önlenmesinde hem de ekonomik katkıda bulunması nedeniyle önemli bir kazanım olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, BM sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından bu yöntemin etkili bir yaklaşım olacağı değerlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, bu tip atıkların bertaraf edilmesinde oluşabilecek maliyetlerin azaltılması ve etkili bir afet atık yönetiminin oluşturulmasında temel bilgiler (background) oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akanbi, L.A., Oyedele, L.O., Akinade, O.O., Ajayi, A.O., Delgado, M.D., Bilal, M. & Bello, S.A. (2018).** Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, Conservation and Recycling*, **129**, 175-186. DOI: [10.1016/j.resconrec.2017.10.026](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.026)
- Altındağ, S. (2011).** *İstanbul'da hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının tersine lojistik yöntemiyle alternatif yönetim planı*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 81s.
- Armağan, B., Demir, İ., Demir, Ö. & Gök, N. (2006).** Katı atıkların ekonomide değerlendirilmesi. İstanbul Ticaret Odası Yayını, Yayın No: 2006-23.
- Aslam, M.S., Huang, B. & Cui, L. (2020).** Review of construction and demolition waste management in China and USA. *Journal of Environmental Management*, **264**, 110445 DOI: [10.1016/j.jenvman.2020.110445](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110445)
- Atık Yönetimi Yönetmeliği. (2015).** Resmi Gazete, Tarih: 2 Nisan 2015, Sayı: 29314.

- Bhatty, J.I., Miller, F.M. & Kosmatka, S.H. (2004).** Innovations in Portland cement manufacturing. Portland Cement Association, Illinois, USA.
- Cuperus, J.G. & Boone, J. (2003).** International experiences in the use of recycled aggregates. In *Recycling and Reuse of Waste Materials*, 383-387p, Thomas Telford Publishing.
- EU Construction & Demolition Waste Management Protocol. (2016).** <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/en/renditions/native> (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2023)
- European Commission. (2008).** 2008/98/EC Waste and repealing certain directives. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
- Galbenis, C.T. & Tsimas, S. (2006).** Use of construction and demolition wastes as raw materials in cement clinker production, *China Particuology*, 4(2), 83-85. DOI: 10.1016/S1672-2515(07)60241-3
- Gao, X., Nakatani, J., Zhang, Q., Huang, B., Wang, T. & Moriguchi, Y. (2020).** Dynamic material flow and stock analysis of residential buildings by integrating rural–urban land transition: a case of Shanghai, *Journal of Cleaner Production*, 253, 119941. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119941
- Haupt, M., Vadenbo, C. & Hellweg, S. (2016).** Do we have the right performance indicators for the circular economy? Insight into the swiss waste management system. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 615-627. DOI: 10.1111/jiec.12506
- Kartam N., Al-Mutairi N., Al-Ghusain I. & Al-Humoud J. (2004).** Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait. *Waste Management*, 24(10), 1049-1059. DOI: 10.1016/j.wasman.2004.06.003
- Lauritzen, E.K. & Jannerup, M. (1994).** Guidelines and experience from the demolition of houses in connection with the Oresund link between Denmark and Sweden- demolition and reuse of concrete and masonry, *Proceedings of Third International RILEM Symposium*, 35-47.
- Lennon, M. (2005).** Recycling construction and demolition wastes: a guide for architects and contractors, Commonwealth of Massachusetts, Department of Environmental Protection, Boston, MA, USA: 1-38 pp. <https://archive.epa.gov/region1/healthcare/web/pdf/cdrecyclingguide.pdf> (Erişim tarihi: 10 Nisan 2023).
- Maçin, K.E. & Demir, İ. (2018).** Kentsel dönüşüm sürecinde İstanbul'da inşaat ve yıkıntı atıkları yönetimi. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9,188-201.
- Mah, C.M., Fujiwara, T. & Ho C.S. (2016).** Construction and demolition waste generation rates for high-rise buildings in Malaysia. *Waste Management & Research*, 34(12), 1224-1230 DOI: 10.1177/0734242X16666944
- Mália, M., De Brito, J., Pinheiro, M.D. & Bravo, M. (2013).** Construction and demolition waste indicators. *Waste Management & Research*, 31(3), 241-255 DOI: 10.1177/0734242X12471707
- Marroccoli, M., Telesca, A., Ibris N. & Naik T.R. (2016).** Construction and demolition waste as raw materials for sustainable cements, *Fourth International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies*, August 7-11, Las Vegas, USA <http://www.claisse.info/2016%20papers/S217.pdf>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2012).** The future of the steel industry: selected trends and policy issues, [https://one.oecd.org/document/DSTI/SU/SC\(2012\)12/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DSTI/SU/SC(2012)12/en/pdf) (Erişim Tarihi:19.04.2023)
- Oikonomou, N.D. (2005).** Recycled concrete aggregates, *Cement & Concrete Composites*, 27(2), 315-318. DOI: 10.1016/j.cemconcomp.2004.02.020
- Penteado, C.S. & Rosado, L.P. (2016).** Comparison of scenarios for the integrated management of construction and demolition waste by life cycle assessment: A case study in Brazil, *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 34(10), 1026-1035. DOI: 10.1177/0734242X16657605
- Rakshvir, M. & Barai, S.V. (2006).** Studies on recycled aggregates-based concrete, *Waste Manage Res*, 24, 225-233. DOI: 10.1177/0734242X06064820
- Ramos, M. & Martinho, G. (2023).** An assessment of the illegal dumping of construction and demolition waste, *Cleaner Waste Systems*, 4, DOI: 10.1016/j.clwas.2022.100073
- Rao, A. (2005).** *Experimental investigation on use of recycled aggregates in mortar and concrete.* Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur, Indian.
- Sáez, P.V., Astorqui, J.S.C., del Río Merino, M., Moyano, M.D.P.M. & Sánchez, A.R. (2018)** Estimation of construction and demolition waste in building energy efficiency retrofitting works of the vertical envelope. *J. Clean. Prod.* 172, 2978-2985. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.113
- Samton, G. (2003)** Construction and demolition waste manual, City of New York.

<https://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/waste.pdf> (Erişim tarihi 10.04.2023)

- Selçuk, G.N. & Pasinlioğlu, S. (2020)** Türkiye’de hanehalkı ve konut büyüklüklerinin, doğalgaz tüketimi kapsamında değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(4), 1861-1877.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. (2004).** Hafriyat Toprağı İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği Resmi Gazete, Tarih: 18 Mart 2004, Sayı: 25406.
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2022).** Araçların Ağırlıkları, Boyutları ve Yüklenmelerine İlişkin usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, <https://uhdgm.uab.gov.tr/uploads/pages/taslaklar/araclarin-agirliklari-boyutlari-ve-yuklenmelerine-iliskin-usul-ve-esaslar-hakkinda-yonetmelik-629de8563b7c2.docx> (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2013).** Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2014-2017. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ugds/ustmenu/ustmenu615.pdf> (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023).** Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. <https://www.sbb.gov.tr/2023-kahramanmaras-ve-hatay-depremleri-raporu/> (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği (TÜRKÇİMENTO). (2023).** https://www.turkcimento.org.tr/tr/uye_fabrikalar (Erişim tarihi 19.04.2023)
- URL-1. (2023)** <https://www.isdemir.com.tr/kurumsal/tedarikci-iliskileri/yurtici-hurda-alim/> (erişim tarihi 12.04.2023)
- Yarımçam, Ş. (2017).** *İnşaat yapım ve yıkım atıklarının geri dönüşümünün kentsel ölçekteki durumunun Kayseri kentinde örnek alan çalışması üzerinden incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye, 182s.